

Секция «География»

Микромасштабное моделирование пограничного слоя атмосферы над
Московским мегаполисом

Варенцов Михаил Иванович

Студент

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический
факультет, Москва, Россия*

E-mail: mvar91@mail.ru

Одной из актуальных задач современной метеорологии является улучшение качества прогноза погоды для урбанизированных территорий, которые оказывают существенное влияние на состояние пограничного слоя атмосферы. Давно известным явлением является так называемый городской остров тепла [2]: в определенных ситуациях крупный город может быть более чем на 10°C теплее окружающих его естественных территорий. Данный эффект обуславливается большим количеством факторов, далеко не все из которых учитываются в современных атмосферных моделях, используемых для прогноза погоды.

Также существенные различия метеорологических величин могут существовать в пределах мегаполиса. Так, эксперимент UrbEx-2011 показал, что разница температуры между городской улицей и расположенным на расстояние всего 100 метров лесопарком могут достигать 2°C [1]. И если в случае нормальных условий погоды подобная разница не является существенной, то в условиях экстремальной жары каждый повышение температуры на каждый лишний градус может сказаться на самочувствии и здоровье людей.

Подобные различия внутри города связаны с пестротой и мозаичностью городского ландшафта и определяют соотношением площадей застроенных территорий, дорог, водоемов и участков с растительным покровом в конкретной точке. Также существенную роль могут играть морфологические характеристики застройки, такие как высота зданий, ширина и направление улиц.

В данном исследовании была предпринята попытка учесть мозаичность и неоднородность городской подстилающей поверхности при прогнозировании погоды для Московского мегаполиса. Для этого была применена технология даунскейлинга (от англ. downscaling): данные прогноза мезомасштабной оперативной модели COSMO-RU использовались в качестве начальных и граничных условий для авторской модели городского пограничного слоя атмосферы Urb_Mos с горизонтальным шагом по сетке, равным 500 м, то есть относящейся к классу микромасштабных моделей.

Разработанная модель Urb_Mos позволяет более детально, чем существующие прогностические модели, учитывать влияние подстилающей поверхности на основании концепции городского каньона – идеализированной схемы улицы с вытянутой вдоль нее зданиями [5]. Данная концепция позволяет учесть переотражение и переизлучение солнечной и длинноволновой радиации между зданиями, а также их влияния на турбулентную диффузию и адвекцию [3, 4]. Для задания параметров городских каньонов в ячейках модели использовалась база данных, разработанная на Кафедре картографии и геоинформатики, содержащая большой набор характеристик подстилающей поверхности, включая морфологические характеристик городских каньонов, рассчитанные на

основе оригинальных алгоритмов «осреднения» реальной застройки.

С использованием связки моделей COSMO-RU и Urb_Mos было проведено два численных эксперимента. Первый эксперимент был посчитан для периода проведения эксперимента UrbEx-2011 с целью валидации модели на основании сравнения модельных и экспериментальных данных. Второй эксперимент был проведен с целью изучения распределения температуры воздуха в мегаполисе в условиях экстремальной жары.

Литература

1. Варенцов М.И. Экспериментальное изучение и моделирование внутрисуточной динамики метеорологических параметров приземного слоя атмосферы внутри городской застройки // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2012 — М.: МАКС Пресс. 2012.
2. Howard L. The climate of London // deduced from meteorological observations. London: W. Phillips. 1818.
3. Martilli A., Clappier A., Rotach M.W. An urban surface exchange parameterization for mesoscale models // Bound. Layer Meteor. 2002. N. 104. P. 261–304.
4. Masson V. A Physically-Based Scheme for the Urban Energy Budget in Atmospheric models // Bound. Layer Meteor. 2000. V. 94 (3). P. 357-397.
5. Nunez M., Oke T.R. The energy balance of an urban canyon // J. Appl. Meteor. 1977. V. 16. P. 11-19.

Слова благодарности

Автор выражает благодарность П.И. Константинову за мудрое научное руководство и яркие научные идеи; И.А. Репиной (ИФА РАН) за консультации по вопросам атмосферной турбулентности; В.М. Степаненко (НИВЦ МГУ) за консультации по вопросам численного моделирования; Т.Е. Самсонову и В.Н. Семину (Кафедра картографии и геоинформатики) за разработку и предоставление базы данных параметров подстилающей поверхности, а также за консультации по вопросам ее использования; Д.С. Блинову (Гидрометцентр) за предоставление результатов моделирования с помощью модели COSMO-RU; сотрудникам метеорологической обсерватории МГУ за предоставление данных наблюдений; А.И. Скороходу (ИФА РАН) за предоставление данных профилера; членам своей семьи за моральную поддержку.